

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-165967

(43)公開日 平成5年(1993)7月2日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 6 F 15/70	3 3 5 Z	9071-5L		
	3 2 0	9071-5L		
	3 5 0	9071-5L		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 10 頁)

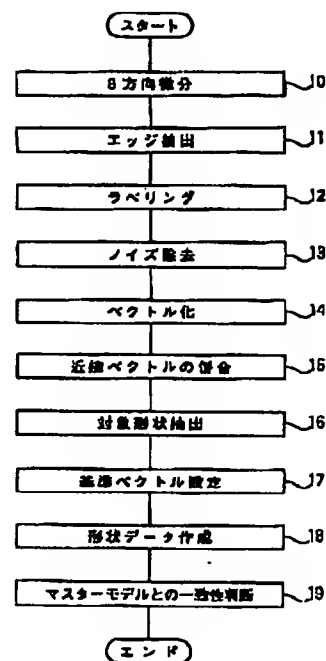
(21)出願番号	特願平3-352267	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日	平成3年(1991)12月13日	(72)発明者	吉村 真一 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72)発明者	小西 敏夫 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(74)代理人	弁理士 佐藤 隆久

(54)【発明の名称】 画像処理における形状認識方法

## (57)【要約】

【目的】 照明条件が悪い状態で撮像された画像データであっても安定した形状認識処理が行なわれ、しかも、処理時間の短い形状認識方法の提供を目的とする。

【構成】 2次元状に配列された濃淡画像データから複数方向の微分値を求め、最大の微分値を選定し、これら各最大の微分値を所定のしきい値で識別して対象画像のエッジを抽出する。エッジデータについて連続しており且つ同一方向を有するものには同一ラベルを付し、該ラベリングしたエッジデータをベクトル表示し、該ベクトル表示群から閉じたベクトル列を抽出し、該ベクトル列の各ベクトルについて所定のベクトルとの線分比と方向差とを算出して形状認識を行う。



(2)

特開平5-165967

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2次元状に配列された濃淡画像データから複数方向について微分値を求め、該複数の微分値を所定のしきい値で判別して対象画像のエッジを抽出し、該エッジデータについて連続し、同一方向を有するものに同一ラベルを付し、該ラベリングしたデータをベクトル表示し、該ベクトル表示群から閉じたベクトル列を抽出し、該ベクトル列の各ベクトルについて所定のベクトルとの線分比と方向差とを算出し形状認識することを特徴とする画像処理における形状認識方法。

【請求項2】 前記同一ラベルを付された後、該同一ラベルを付されたエッジを構成する画素の総数が所定数以下のものをノイズとして除外する請求項1記載の画像処理における形状認識方法。

【請求項3】 前記ベクトル表示の後、各ベクトルの始点と他のベクトルの終点との距離が所定範囲内にある場合にはこれらのベクトルの前記始点と前記終点とを連結させる請求項1記載の画像処理における形状認識方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は画像処理に関するものであり、特に2次元状に配列されたグレーレベルの濃淡画像データから認識対象物の形状を認識する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】今日、画像処理は広く産業に応用されており、たとえば、産業用ロボット、ファクトリ・オートメーションなどの分野では、視覚認識として人間の目にかわる高精度、高信頼性、高耐久性を持つ画像処理技術が要求されている。

【0003】従来、画像処理における形状認識では、濃淡画像をいったん2値画像に変換し、対象物体の面積、周囲の長さ、円形度、重心まわりのモーメント、フーリエ記述子等の特徴量を解析する方法が採用されている。また、濃淡画像を直接に用いて対象物体のエッジを抽出し、物体の輪郭を求める方法が提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の2値画像に変換して画像処理を行なう場合は、安定した2値画像が得られることが前提となるが、上記方法は照明条件によって2値画像の安定度が左右されやすいという問題がある。また、後者の直接的な方法は一般にその処理に時間がかかるという問題がある。

【0005】本発明は、照明条件に左右されることなく安定して画像信号処理が行なわれ、しかも、処理時間の短い形状認識方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的に鑑みて本発明

2

は、2次元状に配列された濃淡画像データから複数方向の微分値を求め、該複数の微分値の中から最大の微分値を選定し、これら各最大の微分値を所定のしきい値で判別して対象画像のエッジを抽出し、該エッジデータについて連続し、同一方向を有するものには同一ラベルを付し、該ラベリングしたデータをベクトル表示し、該ベクトル表示群から閉じたベクトル列を抽出し、該ベクトル列の各ベクトルについて所定のベクトルとの線分比と方向差とを算出して、形状認識を行うことを特徴とする。

## 【0007】

【作用】濃淡画像データから直接、複数方向について濃淡の微分値を求め、これから対象形状のエッジを抽出し、エッジデータについてラベリングを施した後、ベクトル表示する。このベクトル表示はベクトルの長さとその方向とによって表示できるが、他のベクトル長さとの相対的な線分比と方向差によって表示するため相似形状も区別することなく認識する。

## 【0008】

【実施例】添付図面を参照して本発明の実施例を述べる。図1に形状認識処理を示すフローチャート、図2にそれを実施する装置構成を示す。図2においてCCDカメラ等のカメラ30によって対象とする物体の2次元像を撮像し、マイクロコンピュータ20の入出力部28を介してRAMメモリ26に一時に記憶させた後、最終的に画像メモリ23に2次元状に画像データをストアする。このマイクロコンピュータ20には、後述の画像処理プログラムがROMメモリ24にストアされており、これらの処理がCPU22において実行される。画像の処理結果をディスプレイ32等に表示することができる。

【0009】CPU22において行なわれる形状認識処理を述べる。

## ステップ10

CCDカメラ30によって写し撮られた画像メモリ23に記憶された形状認識対象物体の濃淡画像に対して8方向の微分が行なわれる。この微分は、図3(A)～

(H)に示す5×5の1, 0, -1の3値マスクパラメータ(方向微分パラメータ)を用いた積和演算で実現する。図中の記号P, MはそれぞれP=1, M=-1であり、各方向コードの番号は図4の各番号と対応している。対象とする2次元画像データを中心とする周囲の画像データに対してマスクパラメータを順次適用して8方向についての微分値を求める。次いでそれらの微分値が最大になるマスクパラメータの方向コードを各画素に割り付ける。

## 【0010】ステップ11

こうして求められた最大微分値が、所定のしきい値を超える場合にのみ対象物体のエッジ部であると判定してエッジを抽出する。

## 【0011】ステップ12

3

各画素の有する方向コードが同じであって、且つ、各画素が連続している場合に同一のラベル番号を付する。この処理によって一つのラベル領域はある特定の方向コードを持つこととなり、このラベル番号の指定が対象物体の平面的境界、即ち、エッジを指定することとなる。

#### 【0012】ステップ13

一般に対象物体の平面的境界線である各エッジラインが極端に短いことはないと考えられる。したがって、上記ラベリングの結果生じる構成画素数の非常に少ないエッジ部は画像処理上のノイズであると判断し、所定の数に満たない画素数のエッジを除去する。

#### 【0013】ステップ14

上記ラベリングによって求められたエッジの一端の点と他端の点の座標をその方向コードに従って求める。この場合の座標はエッジ画像のアスペクト比を考慮して定め、エッジの有する方向コードに従って各端点を始点と終点とすることによって該エッジがベクトル化される。

#### 【0014】ステップ15

互いに近接しているベクトル同士を併合する処理を行なう。即ち、あるベクトルの終点と他のベクトルの始点とが所定の小さな距離以内の範囲に存在する場合には、これらのベクトルを互いに連結させるべく座標を変更して互いに始点と終点とを一致させる。こうして2つのベクトルが連結し、且つ、それらの方向コードが同一である場合はこれらのベクトルを一つのベクトルにまとめる。一般に対象物体の平面的境界線である各エッジ同士が極端に小さな隙間を有して離れていることは通常考えられず、ベクトル間の小さな距離は画像処理上の誤差と考えられる。

#### 【0015】ステップ16

以上の処理を行った後、互いに連結しているベクトルを追跡し、先頭のベクトルの始点と最後のベクトルの終点が更に連結していれば、これらのベクトルが閉ループを構成しており、そのベクトル列によって囲まれる領域が認識しようとしている対象の物体の2次元形状であると判断する。この閉ループを構成する一例を図6に示す。一方、図5には閉ループを構成していないベクトル列を例示する。これらのベクトル列は対象形状の平面形状のエッジを示すものではなく、何らかのノイズと考えられる。

#### 【0016】ステップ17

以下の処理の都合上便利のように、閉ループを構成するベクトル列のうち、その線分長さの最大のベクトルを基準のベクトルとする。それから、その基準のベクトルを出発ベクトルとして各ベクトルに順次番号を付する。

【0017】ステップ10からステップ17までの一連の画像処理の流れを、図7の(A)、(B)、(C)、

(D)を参照して具体的に説明する。図7(A)は対象物体の2次元形状を示しており、この濃淡画像に対してステップ10と11の処理を行なった結果、エッジが抽

(3)

特開平5-165967

4

出され、各エッジを構成する各画素列には図7(B)に図示の如く0から7までの方向コードが付与されている。ステップ12のラベリング処理を行って、図7

(C)に示すラベル番号を各エッジに対して付与する。

その後、ステップ13から17の処理を行い、図7

(D)に示すベクトル表示がなされ、これらベクトル列によって囲まれた対象物体の2次元形状が得られる。このステップ17の処理においては、基準ベクトルには番号0が付されており、対象物体を右手に見る方向に、順次ベクトル番号が付されている。

【0018】再び図1の処理流れの説明に戻る。ステップ18と19によって、CCDカメラ30による撮像した対象物が如何なる形状の物体であるかを判断する。具体的には、たとえば、製品組立のラインにおいて、複数種類の部品が混在した状態で流れてくる場合に、組立ロボットに搭載されたCCDカメラによって撮像された部品が果たしてそのロボットが扱うべき部品か否かを上記ベクトルを用いて判定する必要がある。そのため、予めラインに流れてくる部品の各形状を示すベクトル表示データをマスターモデルとして図2に示すマイクロコンピュータ20のRAMメモリ26に記憶させておき、ステップ19において、CCDカメラ30によって撮像された部品が何れのマスターモデルと一致するかを判断する。

【0019】この判断を容易に、また、メモリの使用をできるだけ少なくするために、本発明では、各部品形状の記憶並びにCCDカメラ30によって捉えられた部品の認識は、各部品形状の輪郭を表す各辺(エッジ)の数と長さとは各辺間の成す角度だけによって行なわれる。但し、各辺の長さはそのままの長さではなく、隣合う辺(ベクトル)の長さの比によって表現する。したがって、相似な形状の部品がある場合は、ステップ19においてそれらは互いに一致するとの判定が下される。更に、この形状認識に要するデータを上述の如く非常に少なくしているため、メモリの節約のみならず、以下に説明する処理に要する処理時間が相当に短縮される。

【0020】以下、このステップ18と19の処理の詳細を図8および図9を用いて説明する。まず、図8のステップ40において、最大マスターモデル数がMであるマスターモデルを識別するインデックスmを1に初期化する。ステップ41において、第1番目のモデルのベクトル数が、対象画像から得られた閉じたベクトル列のベクトル数Nと一致するか否かを判定する。不一致の場合はステップ42へ進み、マスターモデルのインデックスmを1つ増やし、ステップ43において、マスターモデルのインデックスが全マスターモデル数Mを超えていないかどうかを判定する。未だ越えていない場合は、ステップ41に戻り、全モデルについて調べても一致するものがない場合は、ステップ44へ進み、一致する形状が

(4)

特開平5-165967

5

【0021】ステップ41において、マスターモデルmについてベクトル数が一致した場合は、ステップ45へ進み、ベクトルのカウント変数jを0にセットする。ステップ46において判定対象としている閉ループベクトル列が図12に示すものである場合、番号0のベクトルの長さsとマスターモデルmの最大長さの辺の長さとの差が所定の許容値δ以下であるかを判定する。

【0022】この長さの差の判定は、実際には次のように行う。簡単のため、対象形状を図10に示した場合を\*

$$|(b'/a')^2 - (b/a)^2| / (b/a)^2 \leq \delta$$

この判定結果が所定の許容値δを越えている場合は図9のステップ60へ進む。一方、許容値δ以下の場合にはステップ47へ進み、ベクトルのカウント変数jを1だけ増加させる。即ち、次の番号のベクトルの判定を行う。

【0023】ステップ48においては、このカウント変数jが、判定の対象としているベクトル列のベクトルの数N（図12の例ではN=6）よりも小さいかを判定する。最大のベクトル番号値5までで判定処理が済むからである。小さい場合はステップ46の以降の処理を繰り返す。そして、j=Nとなれば、このループから抜け出し、ステップ49へ進み、今度は角度差につきステップ46から48までと類似する判定処理を行う。

【0024】まず、ステップ49においてベクトルのカウント変数jを0にイニシャルセットする。ステップ50においてマスターモデルmとの角度差が所定の許容値ε以下であるかを判定する。このステップ50における角度差の判定式は図10と図11の場合を例とすれば、下記の通りである。

$$|\alpha' - \alpha| / \alpha \leq \varepsilon$$

許容値ε以下の場合はそのカウント変数jのベクトルの場合は角度差は無いものと判断され、ステップ51へ進む。ここで、カウント変数jを1カウント進める。更

$$|a'_j - a_j| / a_j \leq \delta$$

既にステップ46において、当該判定対象は図14のマスターモデルに対して図12の場合ではないことが判明しており、図13の場合であるかを調べる。

$$|a'_j - a_{N-j-1}| / a_{N-j-1} \leq \delta \quad (j=0, 1, \dots, N-1)$$

即ち、ステップ61の場合は、ステップ46の場合に比較して、長さの比の2乗の逆数を用い、且つ、ベクトルの順序が逆になることが異なる。ステップ61において上記判定式を満たさなければ、ステップ44へ進み、一致するマスターモデルは無いと判断される。

$$|\alpha'_j - \alpha_j| / \alpha_j \leq \varepsilon \quad (j=0, 1, \dots, N-1)$$

これに対して、ステップ65ではステップ61の場合に述べたようにベクトルの順序が逆になるため下記の判定

$$|\alpha'_j - \alpha_{N-j-1}| / \alpha_{N-j-1} \leq \varepsilon \quad (j=0, 1, \dots, N-1)$$

この判定式を満たさない場合はステップ44へ進み、一致するマスターモデルは無いと判断される。一方、全てのベクトルにつきこの判定式が満たされる場合はループ

6

\*考え、この場合のマスターモデルインデックスmの対応する部分を図11に示したものとす。ここで、記述の如く各長さは隣接ベクトル同士の比で示すため、ベクトルbの場合は、それぞれの長さをa, bとすると、b/aで表される。しかしながら、各長さa, bの計算には平方根の計算があるため、より計算時間を短縮するためa/bの2乗をもって表す。したがって、ステップ46の判定に用いる式は、図10, 11の例では下記通りである。

※に、ステップ52においてこのカウント変数jがベクトル列のベクトルの数N（=6）未満であるかを判定し、未満の場合はステップ50以降の処理を繰り返す。

【0025】j=Nとなればこのループを抜け出し、ステップ53へ進み、判定対象としている閉ループベクトル列で示される形状は、マスターモデルmの形状と一致していると判断される。その結果を図2に示すディスプレイ32に表示する。記述のステップ44の処理も同様である。

20 【0026】上述の如く、ステップ46において判定対象とする閉じたベクトル列の各ベクトル長さがマスターモデルの各辺との長さの比において所定の許容値δ以下でなければ、ステップ60へ進む。これは、図14のマスターモデルに対して判定対象とするベクトル列が図12の様に同一の表側を上に行っているとは限らず、図13の如く裏返っていることもあるため、この裏返りの場合であるかを判定するためである。

【0027】ステップ60からステップ63は、図8におけるステップ45からステップ48の各処理と同様の処理、判定を行うものである。ステップ46では図12を参照すると、隣接したベクトルの長さの比の2乗(a<sub>1</sub>/a<sub>0</sub>)等をa<sub>j</sub>と記載すると、実際には下記の式にもとづく判定が行われる。

$$(j=0, 1, \dots, N-1)$$

★【0028】ステップ61の判定では、図13に示したベクトル列のうち、ベクトル0'を基準とし、時計回りに順次各ベクトルにつき以下の式を判定する。

☆【0029】一方、上記判定式を満たし、ループを抜けた場合は、ステップ64から67によって、図8に示すステップ49から52の判定と同様の角度差の判定を行う。ステップ50では以下の判定が行われている。

$$(j=0, 1, \dots, N-1)$$

◆が行われる。

から抜け出て、ステップ68へ進み、当該閉ループベクトル列はマスターモデルmを裏返した形状と一致するものと判断される。この判断結果がディスプレイ32に表

7

示される。

【0030】以上の実施例は、図2に示した機械のマイクロコンピュータで処理を行う場合を例示したが、本発明の実施に際しては図2に示した装置に限らず、種々の装置によることができる。たとえば、図2に示した汎用のCPU22に代えて、高速な信号処理に適したデジタル信号プロセッサ(DSP)を用いることが好適である。DSPを用いると非常に高速に上述した処理を行うことが可能となり、産業用ロボットなどの視覚機能を長時間で達成することが可能となる。

【0031】また、図15に示したように、バス109を介して相互に接続されたプロセッサ101、103、105、CPU107、画像入力手段111、画像メモリ113、表示装置115、RAM117、ROM119からなる画像処理装置で信号処理することが可能である。画像入力手段111はCCDカメラなどの対象となる物体を撮像し濃淡画像データとして出力する。CPU107はこの濃淡画像データを画像メモリ113に記憶する。画像メモリ113に二次元状に記憶された濃淡画像データがプロセッサ101、103、105で処理される。プロセッサ101は、図1に示した方向別微分処理(ステップ10)、エッジ抽出処理(ステップ11)、ラベリング(ステップ12)を行う。プロセッサ103は、ノイズ除去処理(ステップ13)、ベクトル化処理(ステップ14)、直接ベクトルの併合処理(ステップ15)を行う。プロセッサ105は、対象形状を抽出し(ステップ16)、基準ベクトルを設定し(ステップ17)、形状データを作成し(ステップ18)、マスターモデルとの一致判断を行う(ステップ19)。CPU107は上述したプロセッサ101、103、105の動作を制御し、結果をCRTなどの表示装置115に出力する。プロセッサ101、103、105はそれぞれの処理に適合するように構成されており、この機能分散により、高速信号処理が可能になると共に、それぞれ比較的簡単な回路で構成できる。

【0032】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本発明によれば、照明条件が悪い状態で撮像された画像データに対しても安定した画像処理が行なわれ、しかも、処理時間が短い。

(5)

特開平5-165967

8

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の実施例の画像処理における形状認識方法の処理の流れ図である。

【図2】図2は本発明の実施例の画像処理における形状認識方法を行う装置構成図である。

【図3】図3は本発明に係る画像処理における形状認識方法での濃淡勾配を求めるためのマスクパラメータを示す。

【図4】図4は図3に示す各マスクパラメータの方向を示す図である。

【図5】図5は本発明に係る画像処理における形状認識方法でのベクトル列の連結判断を示す図である。

【図6】図6は本発明に係る画像処理における形状認識方法での他のベクトル列の連結判断を示す図である。

【図7】図7は図1に示す処理の流れを具体的に示す図である。

【図8】図8は図1に示す本発明に係る画像処理における形状認識方法の処理のうち、マスターモデルとの一致性の比較判断を行う処理流れ図である。

【図9】図9は図8の流れ図の一部である。

【図10】図10は判定処理対象ベクトル列の形状データの説明図である。

【図11】図11は図10のベクトル列と比較するマスターモデルの一部を示す図である。

【図12】図12は判定処理対象ベクトル列の一例を示す図である。

【図13】図13は図12のベクトル列を裏返したベクトル列である。

【図14】図14は図12又は図13のベクトル列と比較されるマスターモデルを示す図である。

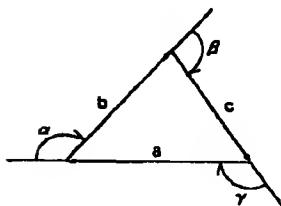
【図15】本発明の他の実施例の画像処理装置の構成図である。

【符号の説明】

20 マイクロコンピュータ  
22 CPU  
24 ROM  
26 RAM  
30 カメラ  
32 ディスプレイ

40

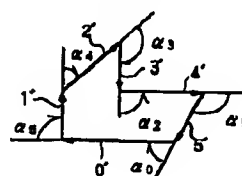
【図10】



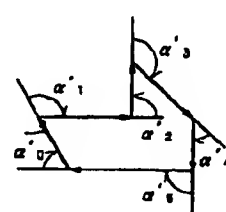
【図11】



【図13】



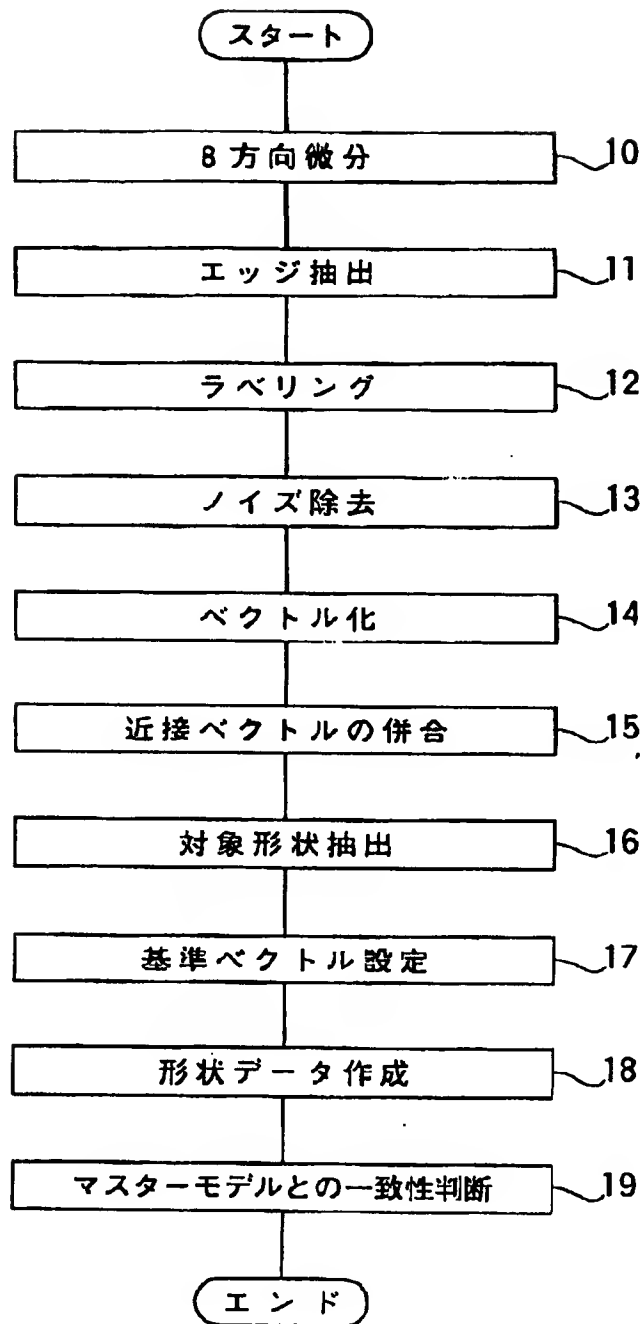
【図14】



(6)

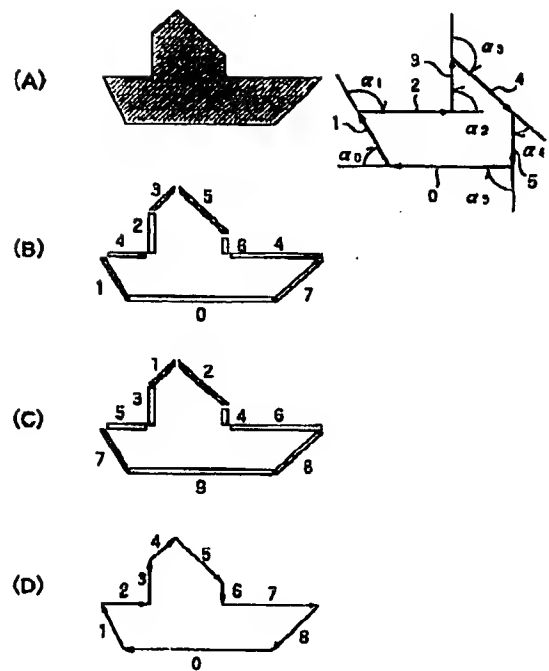
特開平5-165967

【図1】



【図7】

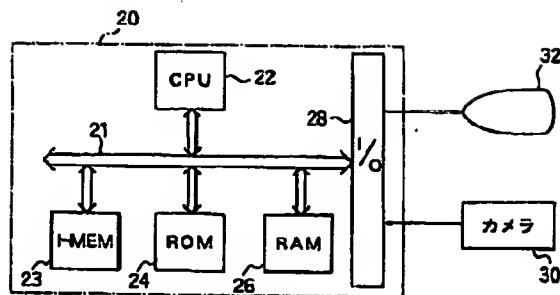
【図12】



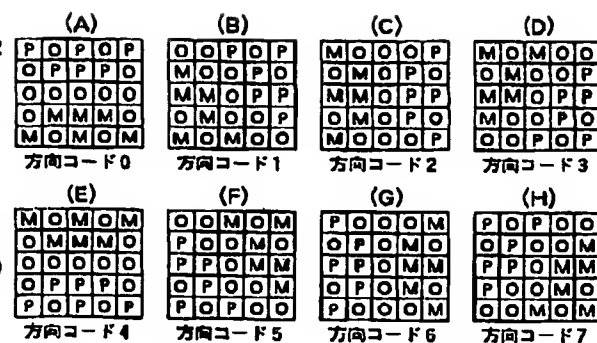
(7)

特開平5-165967

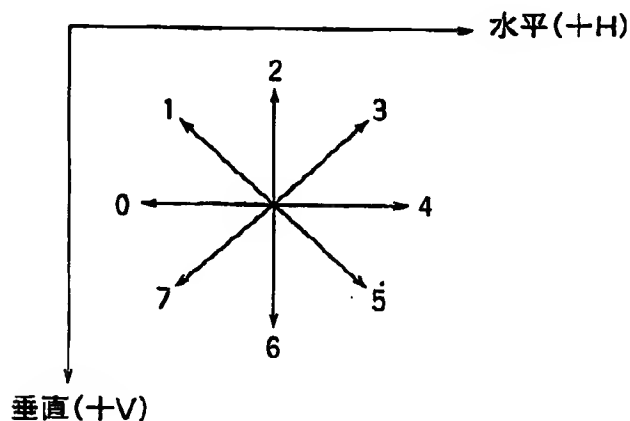
【図2】



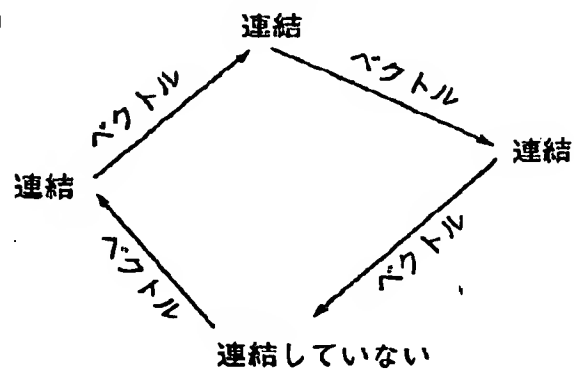
【図3】



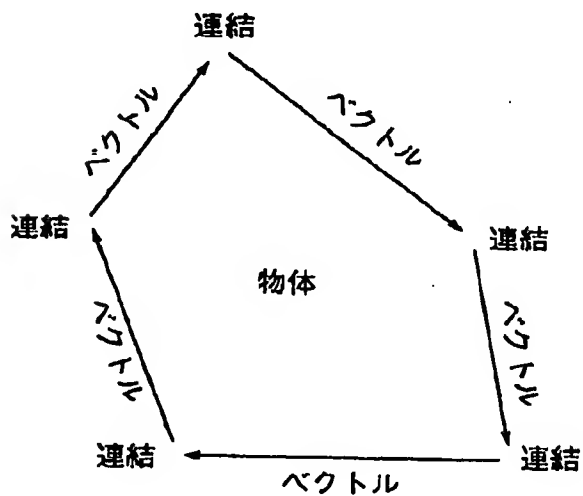
【図4】



【図5】



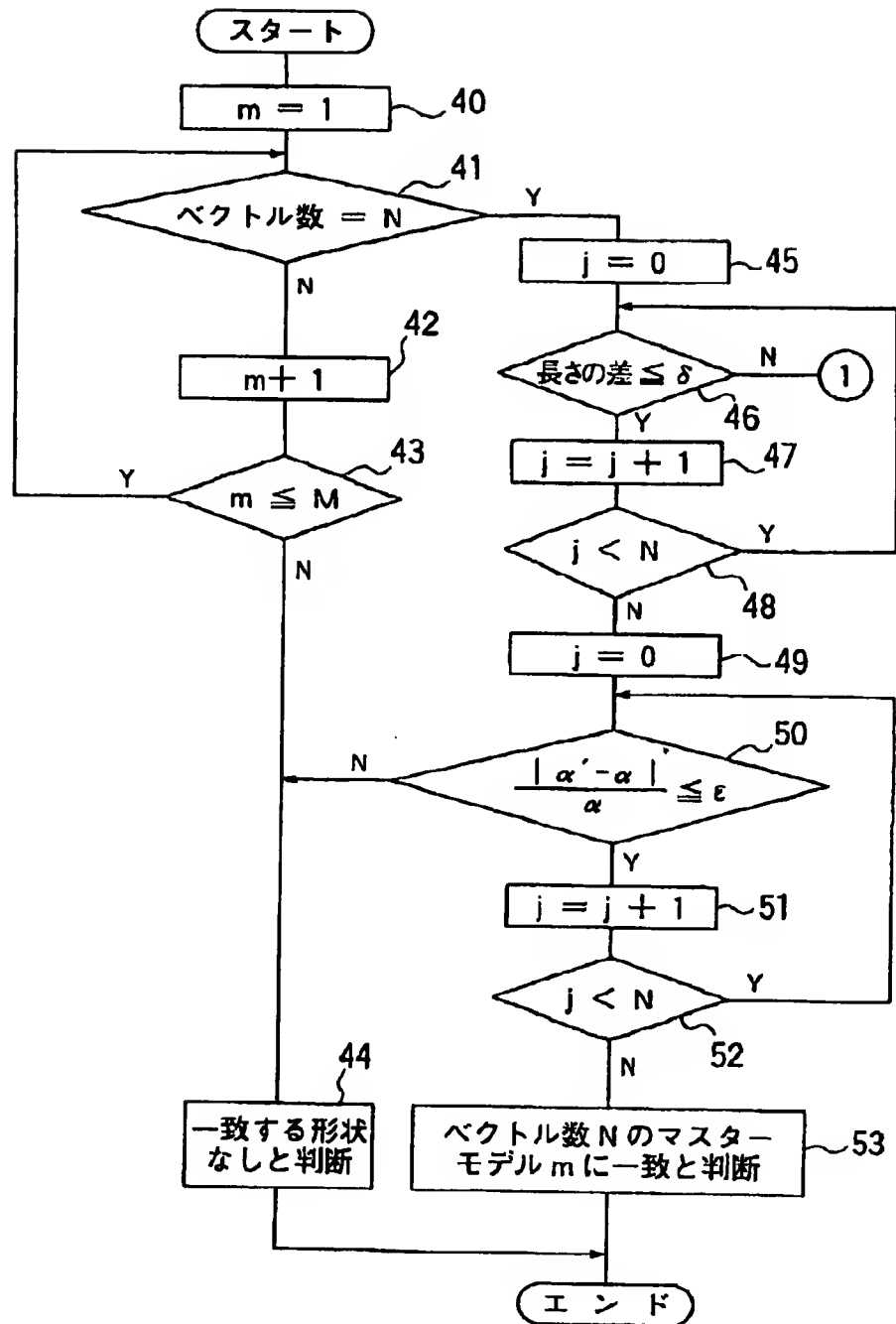
【図6】



(8)

特開平5-165967

【図8】

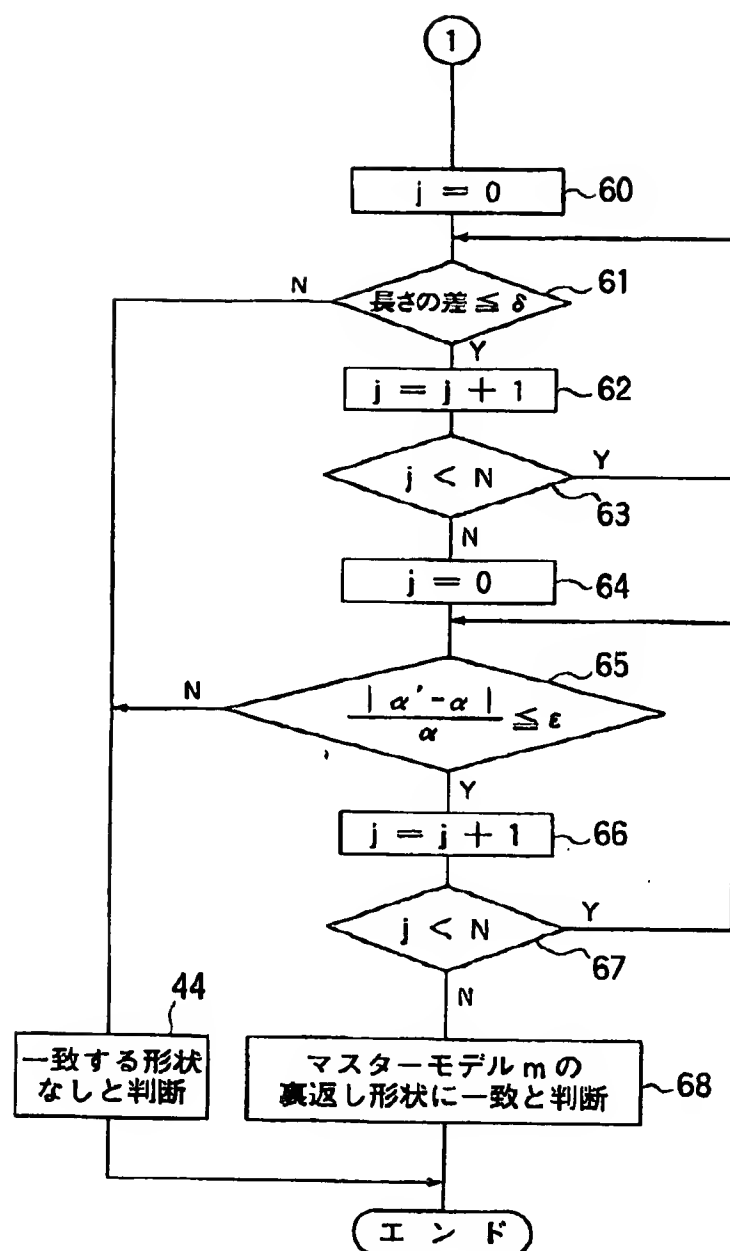




(9)

特開平5-165967

【図9】



(10)

特開平5-165967

【図15】

